

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

Anmeldenummer: 81110188.0

Int. Cl.<sup>3</sup>: **H 04 B 3/14**

Anmeldetag: 05.12.81

Priorität: 16.12.80 DE 3047292

Anmelder: **Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH**,  
Theodor-Stern-Kai 1, D-6000 Frankfurt/Main 70 (DE)

Veröffentlichungstag der Anmeldung: 30.06.82  
Patentblatt 82/26

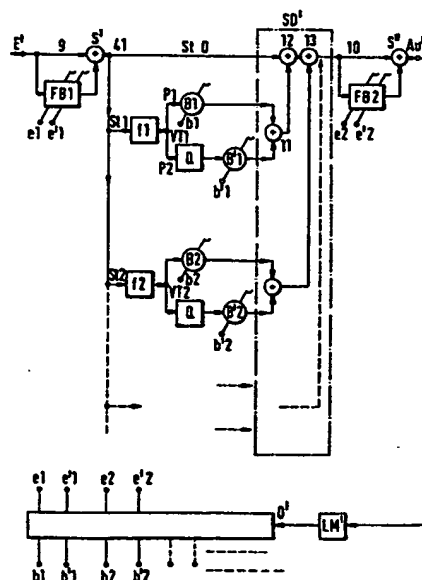
Erfinder: **Schnelder, Wolfgang, Dr.-Ing.**, Kalköfelse 3,  
D-7900 Ulm (DE)  
Erfinder: **Maly, Horst, Ing. grad.**, In der Wanne 20,  
D-7900 Ulm (DE)

Benannte Vertragsstaaten: **BE DE FR GB IT LU NL**

Vertreter: **Schickle, Gerhard, Dipl.-Ing. et al**, Licentia  
Patent-Verwaltungs-GmbH Theodor-Stern-Kai 1,  
D-6000 Frankfurt/Main 70 (DE)

**Entzerrer zum Entzerren von nichtlinear verzerrten Signalen.**

Zur Entzerrung von nichtlinear verzerrten Signalen enthält der Verzerrer am Eingang (E') eine Verzweigung in wenigstens zwei Äste (St0, St1, St2,...), die in einer gemeinsamen Summen/Differenz-Bildungseinrichtung (SD'-Einrichtung) am Entzerrerausgang (Au') wieder zusammengeführt werden. Mit Ausnahme des ersten Astes (St0) enthalten die übrigen Äste mindestens einen Funktionsgeber (f) zur Erzeugung von Verzerrungen höherer Ordnung. Ferner ist jeder Ast in zwei Wege aufgeteilt mit einem steuerbaren Bewertungsglied (B1) in einem Weg und der Reihenschaltung eines steuerbaren Bewertungsgliedes (B'1) und eines Quadraturfilters (Q) im anderen Weg, die am Ausgang durch ein Summierglied (11) wieder vereint werden.



Licentia Patentverwaltungs-GmbH  
Theodor-Stern-Kai 1  
D-6000 Frankfurt 70

Z13 PTL-UL/Sar/lh  
UL 79/136  
Aktz.: P 30 47 292.5

Beschreibung

Entzerrer zum Entzerren von nichtlinear verzerrten  
Signalen

05

Die Erfindung bezieht sich auf einen Entzerrer zum  
Entzerren von nichtlinear verzerrten Signalen, wie im  
Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegeben.

- 10 Analoge Übertragungssysteme, wie beispielsweise Träger-  
frequenz- oder Richtfunksysteme für den Trägerfrequenz-  
und Fernsehprogramm-Weitverkehr haben in der Regel eine  
Struktur, bei der abwechselnd aufeinanderfolgend passive  
lineare Filter und aktive Bausteine hintereinanderge-  
15 schaltet sind. Bei der Realisierung solcher Systeme ergibt

...

sich das Problem, daß Unebenheiten in den Frequenzgängen der Filter und Nichtlinearitäten in den aktiven Bausteinen (Verstärker, Mischer und dergleichen) prinzipiell nicht vermeidbar sind. Die Folge ist, daß das Ausgangssignal der  
05 Übertragungsstrecke je nach dem technischen Aufwand mit mehr oder weniger starken Verzerrungen gegenüber dem Eingangssignal behaftet ist, die im allgemeinen von sehr verwickelter, nichtlinearer Natur sein können. Dadurch ist bei Vielkanalsystemen im Frequenzmultiplex stets mit einer  
10 gewissen Interkanalmodulationsstörung zu rechnen.

Es sind bereits verschiedene Verfahren zur Reduktion dieser nichtlinearen Verzerrungen geläufig. Das bekannte Verfahren der Gegenkopplung, bei dem ein bestimmter Teil  
15 des Ausgangssignals auf den Eingang im Sinne einer Verstärkungsreduktion gegengekoppelt ist, hat den Nachteil, daß es einer Stabilitätsbedingung unterliegt, die bei höheren Frequenzen immer schwieriger und bei Mikrowellen-  
endstufen z.B. mit Wanderfeldröhren überhaupt nicht mehr  
20 erfüllbar ist.

Für diejenigen Fälle, bei denen die Gegenkopplung an der Stabilitätsbedingung scheitert, sind Kompensationsschaltungen entstanden, bei denen durch ganz spezielle nicht-  
25 lineare Schaltungen die Verzerrung entweder durch einen inversen Verzerrer beseitigt werden soll oder durch Überlagerung kompensierender Verzerrungen in umgekehrter Polarität gegenüber den systembedingten Verzerrungen diese kompensiert werden.

30

Da aber bei nichtlinearen dynamischen Systemen das kommutative Gesetz allgemein nicht gültig ist, leiden

diese Konzepte im allgemeinen an dem Mangel, daß die Struktur und quantitative Bemessung dieser Schaltungsanordnungen fest mit der zu entzerrenden Anordnung verknüpft ist. Bei einer Übertragungskette veränderlicher Länge  
05 würden diese Verfahren die gliedweise Entzerrung der einzelnen Kettenglieder durch jeweils zugeordnete Verzerrer bedeuten mit der Folge, daß der technische Entzerrungsaufwand proportional mit der Zahl der Kettenglieder der Übertragungsstrecke zunimmt.

10

Aus der DE-OS 30 02 995 ist nun ein anpaßbares Entzerrungssystem bei Nichtlinearitäten bekannt geworden, mit einem Eingangs- und einem Ausgangsanschluß und einem dazwischengeschalteten zu entzerrenden Schaltkreis, wobei  
15 der Ausgangsanschluß ein entzerrtes Ausgangssignal liefert. Der Entzerrerschaltkreis kann in Serie mit dem zu entzerrenden Schaltkreis angeordnet werden. Nahe dem Entzerrereingang ist eine Verzweigung vorgesehen in wenigstens zwei Äste, denen eine gemeinsame Summen/Differenz-  
20 Bildungseinrichtung nahe dem Entzerrerausgang nachgeschaltet ist. Ferner können gegebenenfalls weitere Äste vorgesehen sein, die sich vom zweiten Ast dadurch unterscheiden, daß ihre Funktionsgeber für unterschiedliche Ordnungen vorgesehen sind. Bei den hier erforderlichen Phasenschiebern muß die Phase des vorverzerrten Signals um 360°  
25 frequenzunabhängig innerhalb des gesamten Übertragungsbereichs einstellbar sein. Diese Forderung ist jedoch nicht in gewünschter Weise erfüllbar, so daß mit solchen Entzerrern lediglich Entzerrungsdämpfungen von etwa 20 dB  
30 erreichbar sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Stand der

...

Technik zu verbessern. Insbesondere soll eine Entzerrerschaltung der eingangs genannten Art angegeben werden, mit der sich eine wirkungsvolle Reduzierung der Verzerrungsleistung bei möglichst geringem Aufwand erzielen läßt.

- 05 Diese Aufgabe wird gelöst durch Entzerrer mit den Merkmalen der Patentansprüche 1, 2 oder 3. Durch die Verwendung von Quadraturfiltern werden die vorverzerrten Signale in kartesischen Koordinaten aufgespalten, mit deren bewerteten Komponenten die zu entzerrenden Signalkomponenten
- 10 vollständig kompensierbar sind. Da Quadraturfilter über einen weiten Frequenzbereich frequenzunabhängig realisierbar sind, lassen sich mit den erforderlichen Funktionsgebern Reduzierungen von Verzerrungsleistungen bis zu 35 dB erzielen.

- 15 Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben. Ein besonderer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß sich der Entzerrer zu einem adaptiven Entzerrer weiterbilden läßt, der vielseitig verwendbar ist. Eine
- 20 besonders vorteilhafte Schaltungsanordnung eines Funktionsgebers mit Bewertungsglied, insbesondere für das Ausführungsbeispiel nach Patentanspruch 3, gibt Patentanspruch 6.

- 25 Anhand der Zeichnungen wird die Erfindung mit drei Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Figuren 1 und 2: Blockschaltbilder und zugehörige vereinfachte Darstellungsweisen für Baugruppen, die in den

- 30 Figuren 3 und 4 verwendet sind;

Figur 3: ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Entzerrers;

Figur 4: ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Entzerrers;

Figur 5: ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Entzerrers, für den Fall, daß dynamische Verzerrungen vernachlässigbar sind;

Figur 6: Schaltbild eines integrierbaren Funktionsgebers mit Bewertungsglied.

In FIG. 1 ist links der prinzipielle Aufbau eines Transversalfilters mit elektronisch einstellbaren Gewichtungsfaktoren und rechts eine vereinfachte Darstellungsweise angegeben. Das Transversalfilter  $T_j$  weist einen Eingang  $E_1$  auf, an welchen eine Kette von hintereinandergeschalteten Laufzeitgliedern  $L_2, L_3, \dots$  mit untereinander gleichen Laufzeiten angeschlossen ist. Am Eingang des ersten Laufzeitgliedes  $L_2$  und an jedem Ausgang der Laufzeitglieder  $L_2, L_3, \dots$  ist ein Abgriff 1 bzw. 2, 3, ... vorgesehen, von wo Signale abgezweigt werden. Diese Bewertungsglieder, beispielsweise Dämpfungsglieder mit einstellbarer Dämpfung, werden bezüglich ihres Bewertungsfaktors (Dämpfungsfaktors) gesteuert über Steuereingänge  $e_{j1}, e_{j2}, e_{j3}, \dots$ . Von den Ausgängen der Bewertungsglieder gelangen die bewerteten Signale über Summierer  $S_2, S_3, \dots$  zu dem Ausgang  $Au_1$  des Transversalfilters  $T_j$ , dessen Vielfach von Steuereingängen im rechten Teil der Figur 1 abgekürzt mit  $e_j$  bezeichnet ist. Die Anzahl der erforderlichen Laufzeitglieder hängt vom zu korrigierenden Fehler des Frequenzganges ab.

In FIG. 2 ist links als Blockschaltbild und rechts als gleichwertige, vereinfachte Darstellung ein Filterblock  $FB_j$  dargestellt, in welchem zwischen einem Eingang  $E_2$  und

einem Ausgang Au2 zwei Transversalfilter  $T_j$  bzw.  $T'_j$  entsprechend FIG. 1 verwendet sind. Sie liegen jeweils in einem von zwei Zweigen Z1, Z2, die von einer eingangsnahen Verzweigung 21 ausgehen und an einem ausgangsnahen Summen- oder Differenzbildner S wieder zusammengeführt sind, wobei  
05 im Zweig Z2 dem Transversalfilter  $T'_j$  (mit dem zugeordneten Steuereingang  $e'_j$ ) noch ein Quadraturfilter Q, auch Hilberttransformator genannt, nachgeschaltet ist.

10 In das Ausführungsbeispiel nach FIG. 3 für einen Entzerrer, der zwischen einem Eingang E und einem Ausgang Au liegt, sind nun solche Filterblöcke FB, wie anhand von FIG. 2 erläutert, einbezogen. Sie liegen in Schaltungs-  
15 teilen zwischen einer eingangsseitigen Verzweigung 31 und einer ausgangsseitigen Summen/Differenz-Bildungseinrichtung SD (SD-Einrichtung). Von der eingangsseitigen Verzweigung 31 führt zunächst ein Ast Ae0 in Form einer durchgehenden Leitung zu der SD-Einrichtung SD. Ein zweiter Ast Ae1 verzweigt sich in zwei Wege W1 und W2, die  
20 parallel zueinander zur Summen/Differenz-Bildungseinrichtung SD führen. In beiden Wegen befinden sich jeweils in einer Reihenschaltung sowohl ein Filterblock als auch ein Funktionsgeber, jedoch in unterschiedlicher Reihenfolge, hintereinander geschaltet. Die Funktionsgeber  $f_1$   
25 bzw.  $f'_1$  sind beide untereinander gleich aufgebaut und verursachen nichtlineare Verzerrungen der niedrigsten Ordnung, um deren Entzerrung es bei der Anwendung des dargestellten Entzerrers geht. Die Filterblöcke FB1 bzw. FBa haben Steuereingänge  $e_1$ ,  $e'_1$ , bzw.  $e_a$ ,  $e'_a$  und sind so  
30 aufgebaut, wie in FIG. 2 dargestellt.

Die Signale der beiden Wege W1 und W2 werden in einem Summierer 7 vereint und das dabei entstehende Signal

- 7 -

gelangt zu einem Summierer 8, zu dessen anderem Eingang der Ast Ae0 führt.

05 Die Funktionsgeber f1 bzw. f1' sind bevorzugt so gestaltet, daß sie ein Ausgangssignal y in Abhängigkeit von einem Eingangssignal x nach der Funktion  $y = x^3$  liefern, um auf diese Weise Verzerrungen dritter Ordnung kompensieren zu können.

10 Sollen auch noch Verzerrungen höherer Ordnung kompensiert werden, so kann von der eingangsseitigen Verzweigung 31 noch ein weiterer Ast Ae2 abzweigen, der im Prinzip den gleichen Aufbau hat und die gleiche Anschlußweise über Summierer 72 und 82 wie der Ast Ae1, wobei jedoch Funk-  
15 tionsgeber f2 bzw. f2' vorgesehen sind, deren Ausgangs/-Eingangs-Kennlinie Verzerrungen höherer Ordnung hervorruft und insbesondere der Gleichung  $y = x^5$  folgt. Zur Entzerrung von Verzerrungen noch höherer Ordnung können weitere, hier nur angedeutete Äste Ae3,... vorgesehen sein.

20

Um den gezeigten Entzerrer zu einem adaptiven Entzerrer weiterzubilden, ist hinter dem Entzerrerausgang Au an einem Ausgang A der dann entzerrten Übertragungsstrecke ein Leistungsmesser LM angeschlossen, der außerhalb oder  
25 in einer Lücke des Nutzfrequenzbandes der Übertragungsstrecke (z. B. Frequenzmultiplex-Übertragungsstrecke) die auftretende Störleistung mißt, welche durch die nicht-linearen, dynamischen Verzerrungen der Übertragungsstrecke hervorgerufen ist. Dieser Leistungsmesser LM liefert eine  
30 unipolare Spannung als Gütekriterium für die Entzerrung der Übertragungsstrecke und steuert damit einen Optimator O

...



in an sich bekannter Weise (z.B. Wiss. Ber. AEG-Telefunken 43 (1970) 2, S. 101-107, insbesondere S. 102 und 103 mit Bildern 3 und 4), so daß sich automatisch diejenige Entzerrereinstellung mit Hilfe der Steuergrößen  $e_1$ ,  $e'_1$ ,  $ea$ ,  $e'a$ ,  $e_2$ ,  $e'_2$ ,  $eb$ ,  $e'b$  usw. ergibt, daß der Betrag der unipolaren Spannung und damit die Störleistung am Ausgang A der Übertragungsstrecke auf einem Minimum gehalten wird. Der Entzerrer mit seiner Eingangsklemme E und seiner Ausgangsklemme Au kann dabei entweder als Vorverzerrer vor oder als Nachentzerrer nach dem zu entzerrenden Objekt in den Übertragungsweg eingefügt sein.

FIG. 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Entzerrers, der zwischen seinem Eingang  $E'$  und seinem Ausgang  $Au'$  liegt. Eingangsseitig ist ein Filterblock FB1 mit nachgeschaltetem Summen- oder Differenzbildner  $S'$  vorgesehen, dem das Eingangssignal auch noch direkt über eine Leitung 9 zugeführt ist. Eine analoge Anordnung mit einer Leitung 10, einem Filterblock FB2 und einem Summen- oder Differenzbildner  $S''$  befindet sich ausgangsseitig.

Zwischen diesen beiden gleich aufgebauten, aber unter Umständen über Steuereingänge  $e_1$ ,  $e'_1$  bzw.  $e_2$ ,  $e'_2$  unterschiedlich eingestellten Anordnungen befindet sich, abgesehen von einer Summen/Differenz-Bildungseinrichtung  $SD'$  ( $SD'$ -Einrichtung), hinter einer Gabelung 41 eine Anzahl von Strängen  $St_0$ ,  $St_1$ ,  $St_2$  usw., deren eine über zwei hinausgehende Anzahl erforderlich ist, wenn nicht nur Verzerrungen niedrigster Ordnung entzerrt werden sollen. Dementsprechend enthalten die Stränge  $St_1$ ,  $St_2$ , ... Funktionsgeber  $f_1$ ,  $f_2$  analog zu den gleichbezeichneten

Funktionsgebern in FIG. 3. Diesen in FIG. 4 dargestellten Funktionsgebern folgen jeweils ein Verteiler VT1, VT2, von welchem zwei Pfade abzweigen, beispielsweise P1, P2, die parallel zueinander verlaufend letztlich zu einem Summierer 11 in der SD'-Einrichtung führen. Wenigstens einer der Pfade, nämlich P2, enthält ein Quadraturfilter Q. Beide Pfade enthalten außerdem (bei Pfad P2 in Reihenschaltung) je ein Bewertungsglied B1, B'1 mit einem jeweils zugeordneten Steuereingang b1 bzw. b'1. Es kann auch nur ein Bewertungsglied entweder im ersten oder zweiten Pfad vorgesehen sein und das zweite Bewertungsglied dem Verteiler VT1 vorgeschaltet oder dem Summierer 11 nachgeschaltet sein. Dies gilt analog auch für die Transversalfilter in FIG. 2.

Das Ausgangssignal des Summierers 11 ist einem Eingang eines weiteren Summierers 12 zugeführt, dessen anderem Eingang Signale aus dem Strang St0 zugeleitet werden. Dem Summierer 12 folgen weitere Summierer 13 usw. zur Überlagerung weiterer Signale, die aus weiteren Strängen St2 usw. kommen.

Am Ausgang A der dort schon entzerrten Übertragungsstrecke ist wieder ein Leistungsmesser LM' mit nachfolgendem Optimator O' in Analogie zur FIG. 3 vorgesehen. Dieser Optimator O' steuert mit Hilfe von Steuergrößen e1, e'1, e2, e'2 bzw. b1, b'1, b2, b'2 usw. die durch entsprechende Steuereingangsbezeichnungen gekennzeichneten Filterblöcke FB1, FB2 bzw. Bewertungsglieder B1, B'1, B2, B'2 usw.

30

In FIG. 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Entzerrers zum Entzerren von nicht-linearen Signalen dargestellt für den Fall, daß dynamische Verzerrungen vernachlässigbar sind. Die dort enthaltenen Funktionsgeber  $f$  und Bewertungsglieder  $B$  bilden dort jeweils eine steuerbare Funktionsgebereinheit  $S_f$ , die, wie aus der später erläuterten FIG. 6 hervorgeht, einfach zu integrieren ist, wobei sämtliche dort verwendeten Funktionsgeber  $S_f$  die gleiche Schaltung mit gleichdimensionierten Bauelementen enthalten.

Einer nach dem Entzerrereingang  $E'$  angeordneten Verzweigung 51 mit wenigstens zwei Ästen  $St0$  und ( $St1$  mit  $St'1$ ), wobei hier mit gleichem Index bezeichnete Äste als ein einziger Ast aufgefaßt werden, ist eine gemeinsame Summen/Differenz-Bildungseinrichtung  $SD'$  ( $SD'$ -Einrichtung) nahe dem Entzerrerausgang  $Au'$  nachgeschaltet. Der zweite Ast enthält in zwei zueinander parallel verlaufenden Wegen  $St1$  und  $St'1$  jeweils die Reihenschaltung eines Vorverzerrers und eines Bewertungsgliedes, wobei in einem der beiden Wege zusätzlich ein Quadraturfilter geschaltet ist. Im Ausführungsbeispiel enthält der Weg  $St1$  die Reihenschaltung des Funktionsgebers  $f1$  mit dem Bewertungsglied  $B1$ . Im zweiten Weg  $St'1$  liegt die Reihenschaltung eines Funktionsgebers  $f'1$ , eines Bewertungsgliedes  $B'1$  und des Quadraturfilters  $Q$ . Die beiden Wege sind in der  $SD'$ -Einrichtung  $SD'$  mittels des Summierers 11 wieder zusammengeführt.

Das Ausgangssignal des Summierers 11 ist einem Eingang eines weiteren Summierers 12 zugeführt, dessen anderem

Eingang Signale aus dem Ast St0 zugeleitet werden. Da nicht nur Verzerrungen niedrigster Ordnung entzerrt werden sollen, sind weitere Äste z. B. (St2 mit St'2) vorgesehen, die die gleiche Schaltung wie der zweite Ast (St1 mit St'1) aufweisen.

Wie die Figur erkennen läßt, sind nur noch wenige Steuerleitungen für die Bewertungsglieder B1, B'1; B2, B'2 usw. erforderlich, so daß der Optimator ebenfalls einfach ausgeführt sein kann und dadurch in relativ kurzer Zeit die optimale Entzerrung einstellen kann.

In FIG. 6 ist eine besonders einfache und vorteilhafte Schaltungsanordnung eines Funktionsgebers mit Bewertungsglied dargestellt, der in FIG. 5 mit Sf bezeichnet ist und dort jeweils in einem strichlierten Kasten dargestellt ist. Wie FIG. 6 zeigt, wird das Eingangssignal x über den Eingang St einem ersten Eingang eines ersten Differenzverstärkers  $V_1$  zugeführt, dessen Ausgang über einen Widerstand  $R_0$  mit dem Emitter eines in Basisschaltung betriebenen Transistors  $T_1$  verbunden ist. Der Widerstandswert des Widerstandes  $R_0$  ist hierbei niedriger als der Eingangswiderstand des Transistors  $T_1$  in Basisschaltung. Der Kollektor des in Basisschaltung betriebenen Transistors  $T_1$  ist Ausgang des mit f bezeichneten Funktionsgebers.

Der Ausgang des Differenzverstärkers  $V_1$  ist zusätzlich über einen Widerstand  $R_1$  oder einen Tiefpaß mit dem ersten Eingang eines Differenzverstärkers  $V_2$  verbunden. Der Tiefpaß besteht im Ausführungsbeispiel aus der Reihenschaltung des Widerstandes  $R_1$  mit einem nach Bezugspotential geschalteten Kondensators C, wobei der Verbindungspunkt zwischen Widerstand  $R_1$  und Kondensator C mit dem

ersten Eingang des Differenzverstärkers  $V_2$  verbunden ist. Die Ausgangsleitung des Differenzverstärkers  $V_2$  führt zum zweiten Eingang des Differenzverstärkers  $V_1$ .

- 05 Die Bauteile des Bewertungsgliedes befinden sich in dem mit B bezeichneten strich-punktierten Rahmen der FIG. 6. Der Eingang des Bewertungsgliedes besteht aus den miteinander verbundenen Emittern zweier steuerbarer Transistoren  $T_2$  und  $T_3$ . Die Basis des Transistors  $T_2$  ist mit  
10 einer ersten Konstantstromquelle  $U_0$  verbunden und die Basis des Transistors  $T_3$  ist an dem Ausgang eines Differenzverstärkers  $V_3$  angeschlossen, dessen einem Eingang die Steuerspannung  $b$  für das Bewertungsglied B zuführbar ist.
- 15 Die Kollektoren der steuerbaren Transistoren  $T_2$  und  $T_3$  sind zum einen jeweils mit einem Eingang eines Differenzverstärkers  $V_4$  und zum anderen jeweils über einen Arbeitswiderstand  $R_2$  bzw.  $R_3$  mit der Betriebsspannungsquelle  $U_B$  verbunden. Die Ausgangsleitung des Differenzverstärkers  $V_4$   
20 führt zum Ausgang der Schaltungsanordnung und führt das Signal  $y$ .

- Da Halbleiterbauelemente, insbesondere Transistoren, bezüglich ihrer elektrischen Eigenschaften außerordentlich  
25 temperaturabhängig sind, umfaßt die in FIG. 6 dargestellte Schaltungsanordnung des weiteren eine mit K bezeichnete Kompensationsschaltung. Wie ersichtlich, weist die Kompensationsschaltung eine dem in Basisschaltung betriebenen Transistors  $T_1$  und dem Bewertungsglied B entsprechende Schaltung auf. Die sich entsprechenden Bauelemente  
30 wurden mit gleichem Index bezeichnet und mit einem Apostroph versehen. Der Ausgang des Differenzverstärkers
- ...

$V_4'$  ist jedoch mit dem anderen Eingang des Differenzverstärkers  $V_3$  verbunden. Ferner wird der Emitter des in Basisschaltung betriebenen Transistors  $T_1'$  von einer Konstantstromquelle  $I$  gespeist und ist an den zweiten  
05 Eingang des Differenzverstärkers  $V_2$  angeschlossen.

Sämtliche Differenzverstärker der Schaltungsanordnung gemäß FIG. 6 haben Eingangswiderstände über 100 kOhm, Ausgangswiderstände unter 10 Ohm und Spannungsverstär-  
10 kungen über 1000.

Die verlangte Nichtlinearität des Funktionsgebers, der in FIG. 6 in einem mit  $f$  bezeichneten strich-punktierten Rahmen dargestellt ist, wird mittels der nichtlinearen  
15 Spannungs-Stromkennlinie der Emitter-Basis-Diodenstrecke des Transistors  $T_1$  erzeugt. Hierzu wird der Transistor  $T_1$  vom Eingang  $St$  her über den Differenzverstärker  $V_1$  und über den sehr niederohmigen Widerstand  $R_0$  von etwa 10 Ohm, der niederohmiger als der Eingangswiderstand des Tran-  
20 sistors  $T_1$  in Basisschaltung sein soll, nahezu spannungsgesteuert. Dadurch wird der Emitterstrom des Transistors  $T_1$  und damit sein Kollektorstrom nichtlinear von der Eingangsspannung  $x$  abhängig.

25 Zum Zweck der Steuerung des Bewertungsgliedes B wird der Kollektorstrom des Transistors  $T_1$  durch eine symmetrische Differenzverstärkerstufe mit den Transistoren  $T_2$  und  $T_3$  geleitet, deren Basen an niederohmigen Quellen, der Konstantspannungsquelle  $U_0$  und dem Ausgang des Differenzverstärkers  $V_3$  liegen. Je nach Größe der Spannungs-  
30 differenz zwischen den Basen der Transistoren  $T_2$  und  $T_3$  teilt sich der Kollektorstrom des Transistors  $T_1$  in den beiden Transistoren  $T_2$  und  $T_3$  verschieden auf.

Als Ausgangsgröße der symmetrischen Differenzverstärkerstufe mit den Transistoren  $T_2$  und  $T_3$  wird der zwischen den beiden gleich großen Arbeitswiderständen  $R_2$  und  $R_3$  auftretende Spannungsunterschied verwendet, so daß sich mit der Basisspannung des Transistors  $T_3$  bei konstanter Spannung  $U_0$  an der Basis des Transistors  $T_2$  der Gewichtungsfaktor am Ausgang des Differenzverstärkers  $V_4$  nach beiden Polaritäten, also auf positive und negative Werte, steuern läßt.

10

Obwohl bei einer adaptiven Entzerrung gewisse Änderungen der Funktionsgeberkennlinien infolge von Temperaturschwankungen ausgeregelt werden, sind in der bevorzugten Schaltungsanordnung nach FIG. 6 zur Kompensation des durch die Spannungsansteuerung bedingten Temperaturgangs des Kollektorstromes des Transistors  $T_1$  zusätzliche kompensierende Maßnahmen vorgesehen. So wird die Schaltungsanordnung mit den Transistoren  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  in engem Wärmekontakt mit einer zweiten Anordnung mit den Transistoren  $T_1'$ ,  $T_2'$ ,  $T_3'$  der Kompensationsschaltung K betrieben, in dem sich die sechs Transistoren beider Anordnungen auf einem einzigen Halbleiterchip befinden.

Die Kompensationsschaltung K unterscheidet sich nur dadurch von der Schaltung für den Funktionsgeber f und für das Bewertungsglied B, daß sie von einer Gleichstromquelle I gespeist wird, so daß dadurch der Strom durch den Transistor  $T_1'$  und durch die Differenzstufe mit den Transistoren  $T_2'$  und  $T_3'$  unabhängig von der Temperatur konstant bleibt. An diesen Betriebszustand werden die Arbeitswiderstände der zu kompensierenden Anordnung mit den Transistoren  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_3$  mittels der hochverstärkten Differenzverstärker  $V_2$  und  $V_4'$  gleichspannungsmäßig

angebunden. Diese Anbindung geschieht in der Weise, daß die den Arbeitspunkt bestimmende Gleichspannung für den Emitter des Transistors  $T_1$ , die über den Tiefpaß  $R_1/C$  am Ausgang des Verstärkers  $V_1$  liegt, durch den Differenzverstärker  $V_2$  auf der Emitterspannung des Transistors  $T_1$  gehalten wird.

Mit Hilfe des Differenzverstärkers  $V_4$  wird der Temperatureingang des Gewichsfaktors der Ausgangsspannung  $y$  kompensiert, in dem der Spannungsunterschied zwischen den Arbeitswiderständen  $R_2'$  und  $R_3'$  ausgewertet wird. Die Widerstände  $R_2'$ ,  $R_3'$ ,  $R_2$  und  $R_3$  haben alle gleiche Widerstandswerte.

Die Funktionsgeber der verschiedenen Ordnungen, also für  $y = x^3$ ,  $y = x^5$ , usw. unterscheiden sich voneinander nur in ihrem Arbeitspunkt in dem die Emitter-Basis-Strecke des Transistors  $T_1$  betrieben wird. Zur Einstellung dieses Punktes wird über den zweiten Eingang des Differenzverstärkers  $V_1$  eine Gleichspannung ganz bestimmter Größe, die über den Konstantstrom  $I$  bestimmt wird, dem Eingangssignal  $x$  additiv überlagert.

Die in FIG. 6 gezeigte Schaltungsanordnung hat den besonderen Vorteil, daß mit ihr mindestens die dritten und fünften Verzerrungsordnungen lediglich durch Verändern der Einströmung  $I$  erzeugt werden können, ohne daß Schaltungsänderungen erforderlich sind.

30

...



Licentia Patentverwaltungs-GmbH  
Theodor-Stern-Kai 1  
D-6000 Frankfurt 70

Z13 PTL-UL/Sar/lh  
UL 79/136  
Aktz.: P 30 47 292.5

### Patentansprüche

#### 1. Entzerrer zum Entzerren von nichtlinear verzerrten Signalen

- 05 a) mit hintereinander geschalteten Laufzeitgliedern (L2, L3), vor und hinter denen jeweils Signalanteile abgreifbar sind zur weiteren Verarbeitung unter Verwendung von Bewertungsgliedern (A1, A2,...) und Summen- oder Differenzbildnern (S2, S3,...),

#### gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- 10 b) die Laufzeitglieder (L2, L3,...) und Bewertungsglieder (A1, A2,...) sowie die Summen- oder Differenzbildner (S2, S3,...) sind Teil von Transversalfiltern (Tj, T'j);
- 15 c) eine Verzweigung (21) in wenigstens zwei Zweige (Z1, Z2) mit einem Quadraturfilter (Q) (Hilberttransformator) in einem Zweig (Z2) und einem Transversalfil-

- ter ( $T_j$ ,  $T'_j$ ) in wenigstens einem der Zweige ( $Z_1$ ,  $Z_2$ ) und mit den Zweigen nachgeschaltetem Summen- oder Differenzbildner ( $S$ ) bilden zusammen einen Filterblock ( $FB_1$ ,  $FB_a$ ,...);
- 05 d) einer nahe dem Entzerrereingang ( $E$ ) angeordneten, übergeordneten Verzweigung ( $31$ ) mit wenigstens zwei Ästen ( $Ae_0$ ,  $Ae_1$ ,  $Ae_2$ ,...) ist eine gemeinsame Summen/-Differenz-Bildungseinrichtung ( $SD$ ) nahe dem Entzerrerausgang ( $Au$ ) nachgeschaltet;
- 10 e) der zweite ( $Ae_1$ ) der Äste enthält in zwei zueinander parallel verlaufenden, zur Summen/Differenz-Bildungseinrichtung ( $SD$ ) führenden Wegen ( $W_1$ ,  $W_2$ ) jeweils einen Filterblock ( $FB_1$ ,  $FB_a$ ) und jeweils einen Funktionsgeber ( $f_1$ ,  $f_1'$ ) in unterschiedlicher Reihen-
- 15 folge hintereinandergeschaltet, wobei beide Funktionsgeber für eine Vorverzerrung einer gemeinsamen, bestimmten Ordnung vorgesehen sind;
- f) ein gegebenenfalls vorgesehener weiterer Ast ( $Ae_2$ ) oder weitere Äste unterscheiden sich voneinander und vom zweiten Ast ( $Ae_1$ ) dadurch, daß ihre Funktions-
- 20 geber ( $f_2$ ,  $f_2'$ ) von Ast zu Ast jeweils für unterschiedliche Ordnungen vorgesehen sind (FIG. 3).

2. Entzerrer zum Entzerren von nichtlinear verzerrten  
25 Signalen mit den Merkmalen a bis c des Patentanspruchs 1, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- g) am Eingang ( $E'$ ) und am Ausgang ( $Au'$ ) des Entzerrers (FIG. 4) ist jeweils eine Anordnung vorgesehen, die einen Summen- oder Differenzbildner ( $S'$ ,  $S''$ ) ent-
- 30 hält, dem außer dem Ausgangssignal eines jeweils zugeordneten, im Signalweg liegenden Filterblockes ( $FB_1$ ,  $FB_2$ ) auch noch ein unter Umgehung dieses

Filterblockes zugeleitetes Signal (Leitung 9 bzw. 10) zugeführt ist;

- 05 h) zwischen den Anordnungen liegt eine Gabelung (41) mit mindestens zwei nachfolgenden Strängen (St0, St1), die über eine Summen/Differenz-Bildungseinrichtung (SD') wieder zusammengeführt sind und von denen der zweite (St1) der beiden Stränge einen Funktionsgeber (f1) für eine Vörverzerrung einer bestimmten Ordnung enthält, dem eine Einrichtung mit einem Verteiler
- 10 (VT1) nachgeschaltet ist, von dem zwei Pfade (P1, P2) parallel zueinander zur Summen/Differenz-Bildungseinrichtung (SD') führen, von denen ein Pfad (P2) ein Quadraturfilter (Q) (Hilberttransformator) und wenigstens ein Pfad (P1, P2) ein Bewertungsglied (B1 bzw. B'1) enthält;
- 15 i) ein gegebenenfalls vorgesehener weiterer Strang (St2) oder weitere Stränge unterscheiden sich voneinander und vom zweiten Strang (St1) dadurch, daß ihre Funktionsgeber (f2) für unterschiedliche Ordnungen
- 20 vorgesehen sind (FIG. 4).

### 3. Entzerrer zum Entzerren von nichtlinear verzerrten Signalen,

- 25 k) mit einer nahe dem Entzerrereingang (E') angeordneten Verzweigung (51) in wenigstens zwei Äste (St0; St1, St'1;...), denen eine gemeinsame Summen/Differenz-Bildungseinrichtung (SD') nahe dem Entzerrerausgang (Au') nachgeschaltet ist;
- 30 l) mit einem gegebenenfalls vorgesehenen weiteren Ast (St2, St'2) oder weiteren Ästen, die sich voneinander und vom zweiten Ast (St1, St'1) dadurch unterscheiden, daß ihre Funktionsgeber (f2, f'2) für unter-

schiedliche Ordnungen vorgesehen sind,  
gekennzeichnet durch folgendes Merkmal:

- 05 m) der zweite der Äste enthält in zwei zueinander  
parallel verlaufenden Wegen ( $St1$ ,  $St'1$ ), die über  
eine Summen/Differenz-Bildungseinrichtung ( $SD'$ )  
wieder zusammengeführt sind, jeweils die Reihen-  
schaltung eines Funktionsgebers ( $f1$ ,  $f'1$ ) und eines  
Bewertungsgliedes ( $B1$  bzw.  $B'1$ ), wobei in einem der  
beiden Wege zusätzlich ein Quadraturfilter ( $Q$ )  
10 geschaltet ist (FIG. 5).

4. Entzerrer nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeich-  
net, daß die Bewertungsglieder ( $A1$ ,  $A2$ , ...;  $B1$ ,  $B'1$ ,  $B2$ ,  
 $B'2$ , ...) bezüglich ihrer Bewertungsfaktoren veränderbar  
15 sind.

5. Entzerrer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß  
der Entzerrer einen Leistungsmesser ( $LM$ ,  $LM'$ ) aufweist für  
in einer Lücke oder außerhalb des Nutzfrequenzbandes  
20 auftretende Störleistung, der an dem Ausgang ( $A$ ) der  
entzerrten Übertragungsstrecke anschließbar ist und zur  
Steuerung eines Optimators ( $O$ ,  $O'$ ) dient, der seinerseits  
zur Steuerung der Bewertungsfaktoren vorgesehen ist.

- 25 6. Schaltungsanordnung für einen Funktionsgeber ( $f$ ) mit  
Bewertungsglied ( $B$ ), insbesondere für einen Entzerrer nach  
Anspruch 3, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- a) das Eingangssignal ( $x$ ) des Funktionsgebers ist einem  
ersten Eingang eines ersten Differenzverstärkers ( $V1$ )  
30 zugeführt, dessen Ausgang über einen niederohmigen  
Widerstand ( $R_0$ ) mit dem Emitter eines in Basisschal-  
tung betriebenen ersten Transistors ( $T_1$ ) verbunden

ist, wobei der Widerstandswert des niederohmigen Widerstandes ( $R_0$ ) niedriger als der Eingangswiderstand des ersten Transistors ( $T_1$ ) ist und der Kollektor des ersten Transistors ( $T_1$ ) der Ausgang des Funktionsgebers ( $f$ ) ist;

b) der Ausgang des ersten Differenzverstärkers ( $V_1$ ) ist zusätzlich über einen Widerstand ( $R_1$ ) oder einen Tiefpaß ( $R_1, C$ ) mit dem ersten Eingang eines zweiten Differenzverstärkers ( $V_2$ ) verbunden, dessen Ausgang mit dem zweiten Eingang des ersten Differenzverstärkers ( $V_1$ ) verbunden ist;

c) der Eingang des Bewertungsgliedes ( $B$ ) besteht aus den miteinander verbundenen Emittern zweier steuerbarer Transistoren ( $T_2, T_3$ ), wobei die Basis des einen Transistors ( $T_2$ ) mit einer ersten Konstantstromquelle ( $U_0$ ), die Basis des anderen Transistors ( $T_3$ ) mit dem Ausgang eines dritten Differenzverstärkers ( $V_3$ ) verbunden ist, dessen einem Eingang die Steuerspannung ( $b$ ) für das Bewertungsglied ( $B$ ) zuführbar ist, und die Kollektoren der steuerbaren Transistoren ( $T_2, T_3$ ) zum einen jeweils mit einem Eingang eines vierten Differenzverstärkers ( $V_4$ ) und zum anderen jeweils über einen Arbeitswiderstand ( $R_2$  bzw.  $R_3$ ) mit einer Betriebsspannungsquelle ( $U_B$ ) verbunden sind und der Ausgang des vierten Differenzverstärkers ( $V_4$ ) der Ausgang ( $y$ ) der Schaltungsanordnung ist;

d) es ist eine Kompensationsschaltung ( $K$ ) zur Kompensation temperaturbedingter Parameteränderungen vorgesehen, die eine dem in Basisschaltung betriebenen ersten Transistor ( $T_1$ ) und dem Bewertungsglied ( $B$ ) entsprechende Schaltung aufweist ( $T_1', T_2', T_3'$ ,

$U_0'$ ,  $R_2'$ ,  $R_3'$ ,  $V_4'$ ), wobei jedoch der Ausgang des dem vierten Differenzverstärker ( $V_4$ ) entsprechenden Differenzverstärkers ( $V_4'$ ) mit dem anderen Eingang des dritten Differenzverstärkers ( $V_3$ ) verbunden ist und der Emitter des dem ersten Transistors ( $T_1$ ) entsprechenden Transistors ( $T_1$ ) von einer Konstantstromquelle ( $I$ ) gespeist ist und an den zweiten Eingang des zweiten Differenzverstärkers ( $V_2$ ) angeschlossen ist.

05

10

15

20

25

30

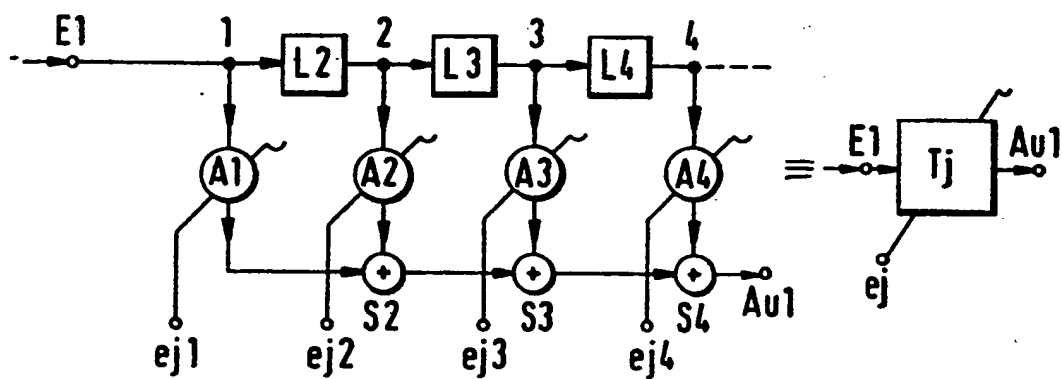


FIG. 1

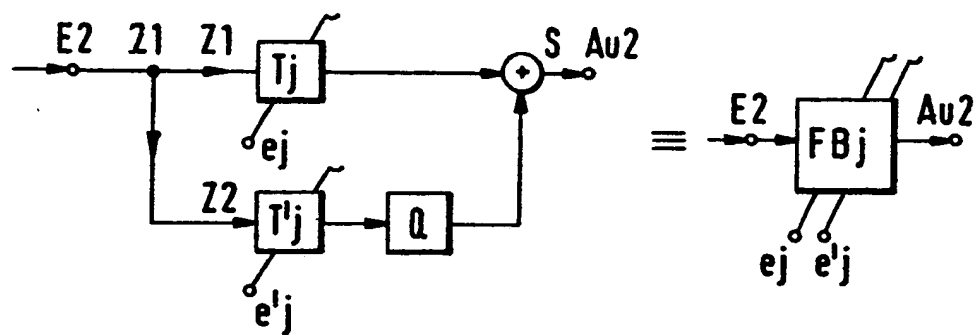


FIG. 2

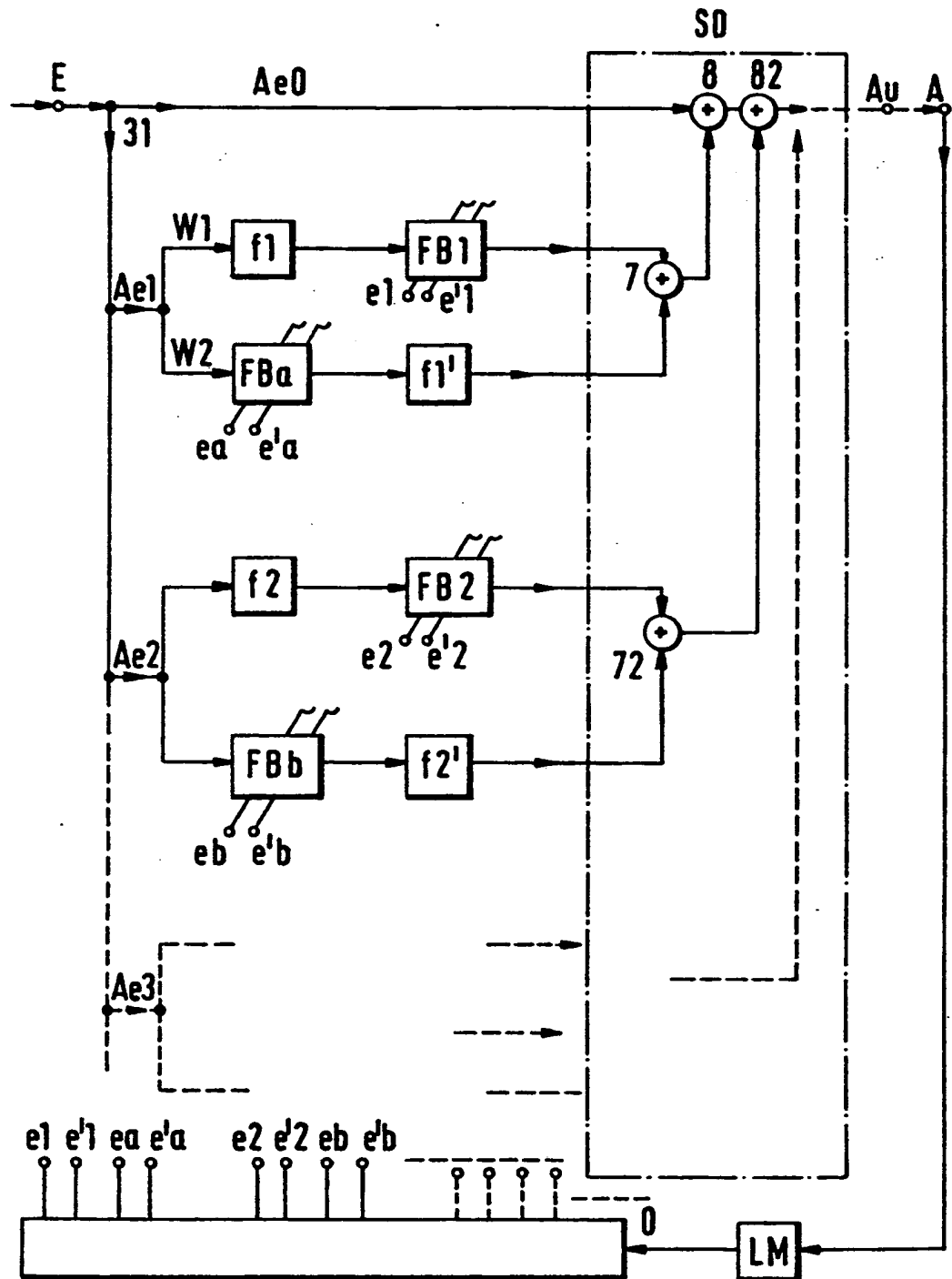


FIG. 3



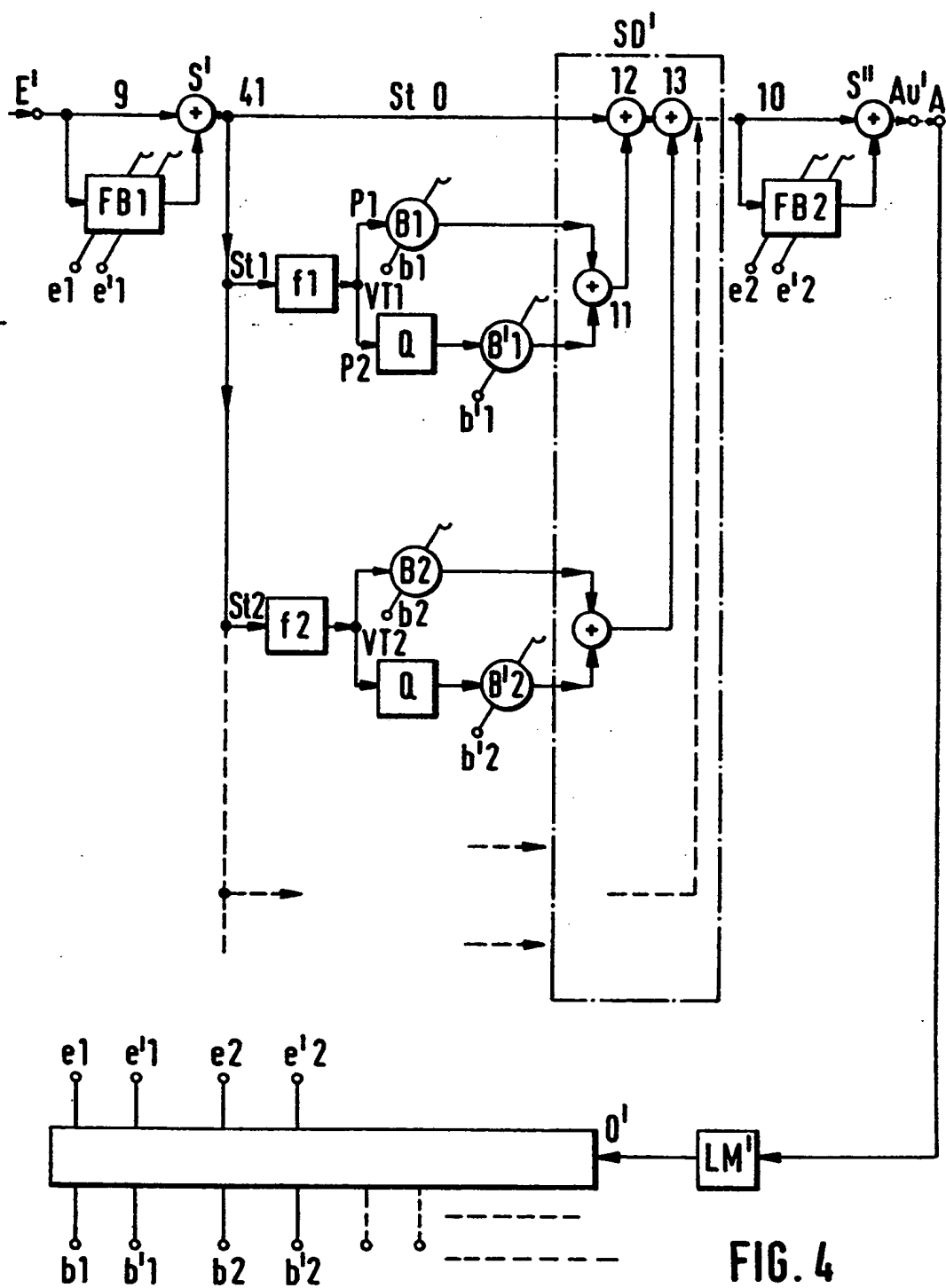


FIG. 4

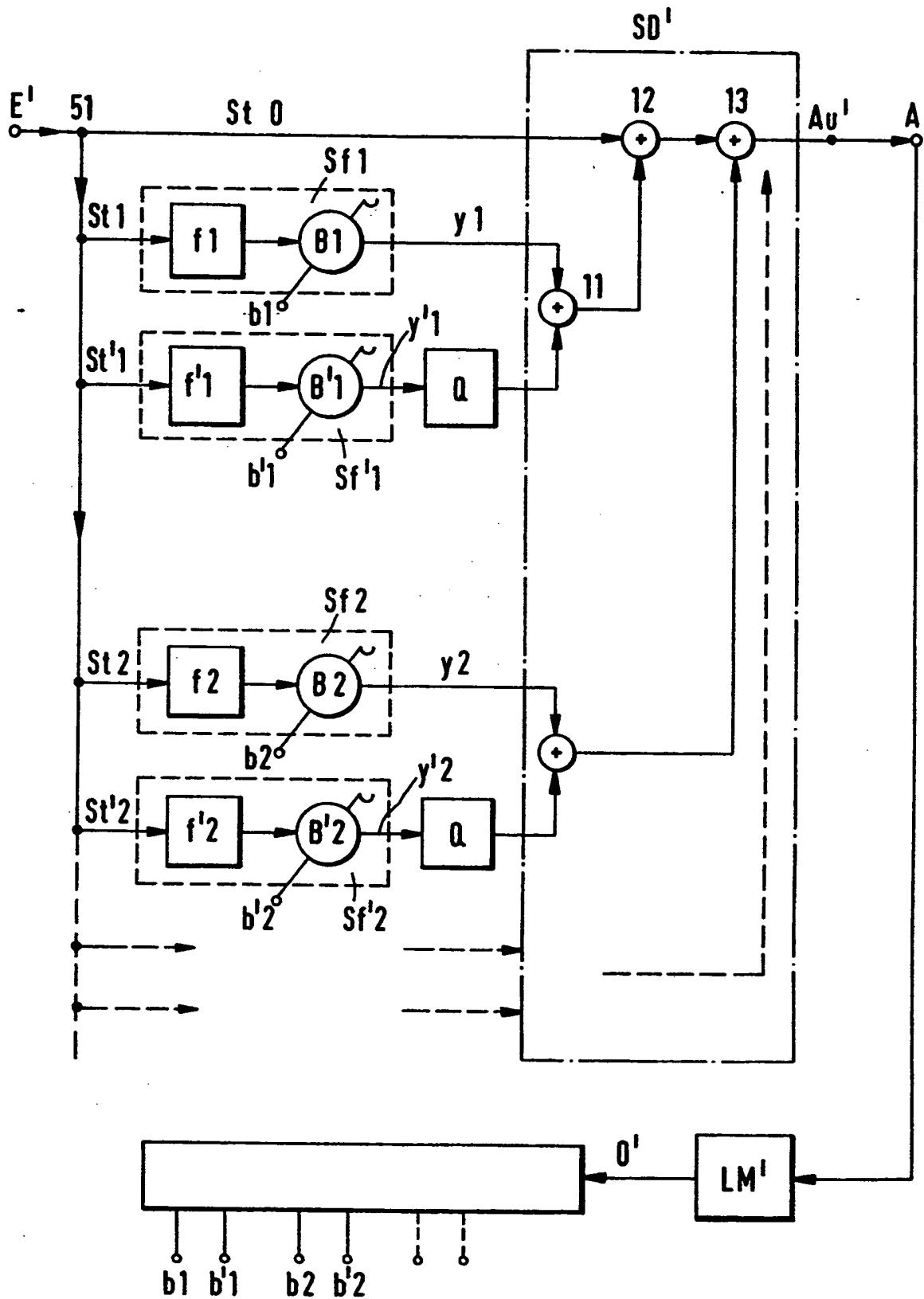


FIG. 5

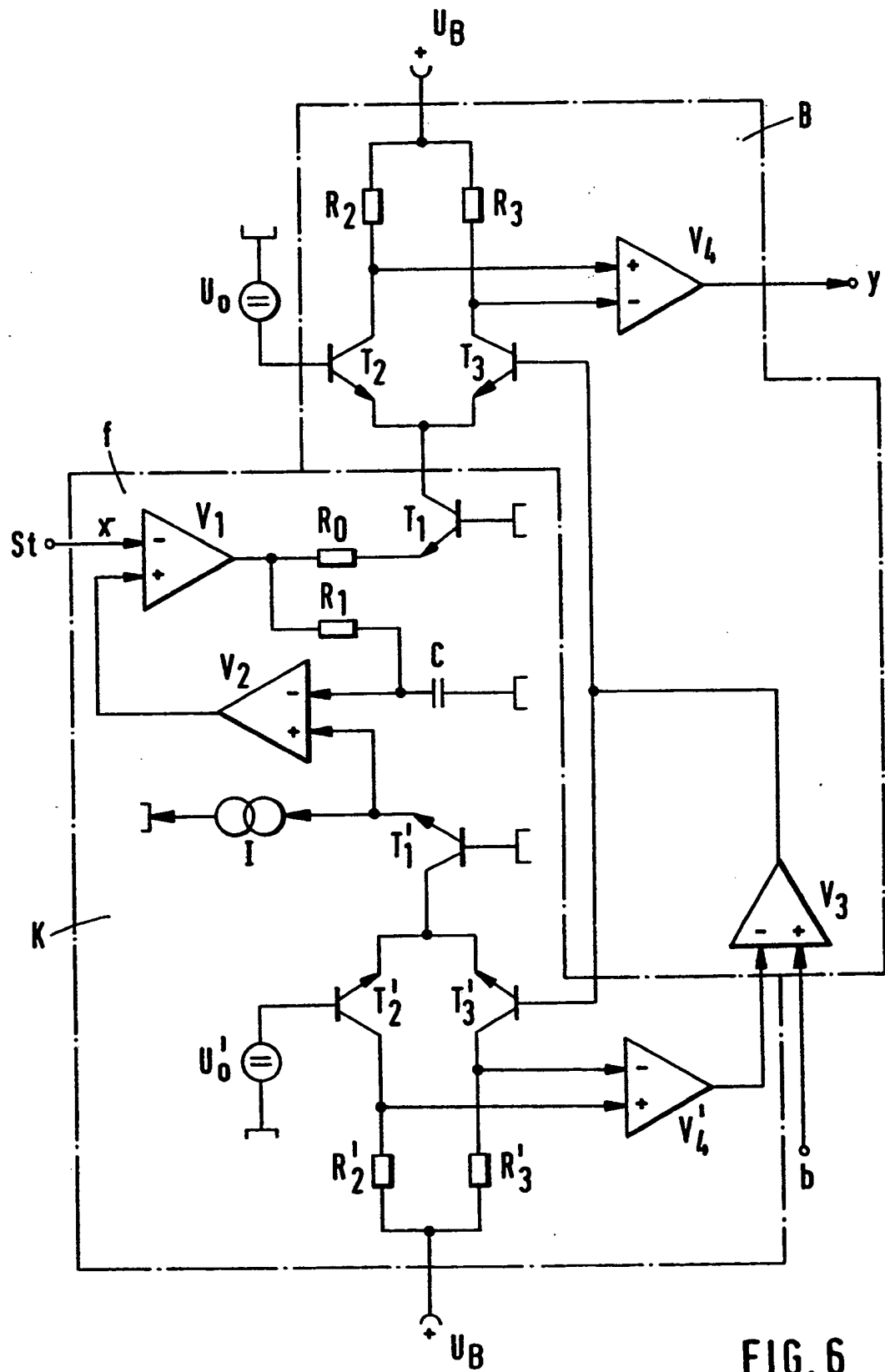


FIG. 6



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0054811

München, 11.11.1988  
EP 81 11 0188

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	THE BELL SYSTEM TECHNICAL JOURNAL, Band 52, Nr. 2, Februar 1973 NEW YORK (US) R.D. GITLIN u.a.: "Passband equalization of differentially phase-modulated data signals", Seiten 219-238  * Seite 225, Zeilen 9-17; Seite 237, Zeilen 27-31 *	1,4	H 04 B 3/14
D/A	DE - A - 3 002 995 (NIPPON TELE- GRAPH & TELEPHONE)  * Seite 7, Zeilen 3-12; Seite 16, Zeile 30 - Seite 17, Zeile 19 *	1,5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)  H 04 B 3/06 3/14 H 04 L 27/00
			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde lie- gende Theorien oder Grund- sätze E: älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen ange- führtes Dokument
X	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.		&: Mitglied der gleichen Patent- familie, übereinstimmendes Dokument
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 24-03-1982	Prüfer HOLPER

BEST AVAILABLE COPY